

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

JPA 10-027737

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10027737 A

(43) Date of publication of application: 27.01.98

(51) Int. Cl

H01L 21/027
G03F 7/207

(21) Application number: 08179050

(71) Applicant: NIKON CORP

(22) Date of filing: 09.07.96

(72) Inventor: SHINOZAKI TADA AKI
FUJIMORI NOBUTAKA
MACHINO KATSUYA

(54) PROJECTION EXPOSURE SYSTEM

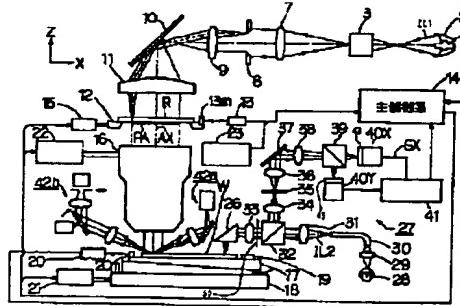
even if the atmospheric pressure is fluctuated.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the title projection exposure system capable of making precise alignment regardless of the fluctuation in the environmental status such as atmospheric pressure, etc.

SOLUTION: An alignment is made by an alignment optical system 27 in off-axis mode so as to projection expose a pattern on a mask R on a substrate W mounted on a Z stage 17. At this time, an environmental sensor 23 measuring the atmospheric pressure is arranged near the alignment optical system 27 so as to store the rate of change in the atmospheric pressure in case of adjusting the focal point of the alignment optical system 27 as well as the focal point in the Z axial direction of the alignment optical system 27 to the atmospheric fluctuation in the environmental sensor 23. In case of the alignment, the slippage of the optimum focal point of the alignment optical system 27 is processed from the atmospheric pressure at that time and the stored parameters so that the optimum focal point of said system 27 may be measured according to the slippage thereby adjusting the focal point of said system 27. In such a constitution, the precise alignment can be made



特開平10-27737

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月27日

(51) Int.Cl.
H 01 L 21/027
G 03 F 7/207

識別記号 実内整理番号

F I
H 0 1 L 21/30
G 0 3 F 7/207
H 0 1 L 21/30

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-179059

(22)出願日 平成8年(1996)7月9日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 篠崎 忠明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 藤森 信孝

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(72) 発明者 町野 勝弥

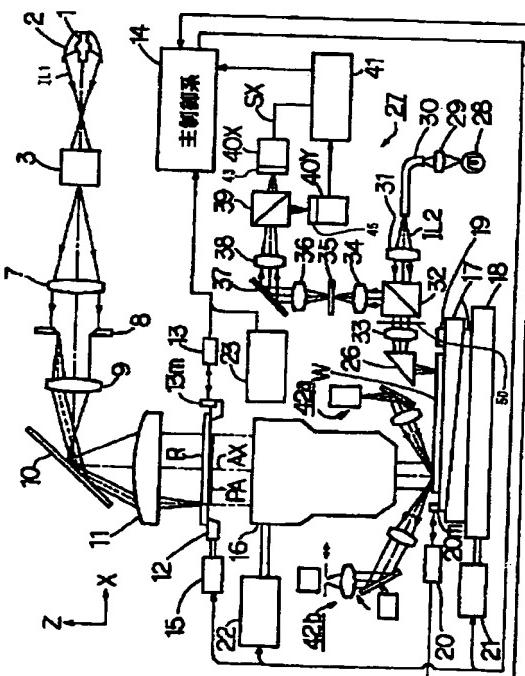
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 大気圧などの環境状態の変化に関係なく、正確なアライメントを行なうことが可能な投影露光装置を提供する。

【解決手段】 オフアクシス方式のアライメント光学系27によりアライメントが行なわれ、マスクR上のパターンがZステージ17上に載置された基板W上に投影露光される。アライメント光学系の近傍には、大気圧を測定する環境センサ23が配置され、アライメント光学系の合焦位置の調整を行なった時点での大気圧と、大気圧変化に対するアライメント光学系のZ軸方向の焦点位置の変化率が格納される。アライメント時、その時の大気圧と格納されているパラメータからアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量が演算され、このずれ量に基づいてアライメント光学系の最良焦点位置が計測され、その結果に従ってアライメント光学系の合焦位置が調整される。このような構成では、アライメント時に大気圧が変動しても、正確なアライメントを行なうことが可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク上のパターンをステージ上に載置された基板上に投影する投影光学系と、前記投影光学系から所定距離隔てて配置され、前記基板上のマークを検出するアライメント光学系とを備えた投影露光装置において、

前記アライメント光学系近傍の環境状態を計測する計測手段と；前記アライメント光学系の合焦位置の調整を行なった第1の時点での前記環境状態を記憶する手段と；前記第1の時点での環境状態と前記マークを検出する第10 2の時点での環境状態から前記アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量を演算する演算手段と；前記アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量に基づいて前記アライメント光学系の最良焦点位置を計測し、該計測結果に基づいて前記アライメント光学系の合焦位置の調整を行なう調整手段とを有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記基板の前記投影光学系の光軸と平行な方向の位置を計測する合焦系を更に有し、前記合焦位置の調整は、前記合焦系と前記アライメント光学系の最20 良焦点位置との対応付けを行なうことを含むことを特徴とする請求項1に記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記調整手段は、前記アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量が所定の許容値を超えたときに、前記最良焦点位置の計測を実行する制御手段を有することを特徴とする請求項2に記載の投影露光装置。

【請求項4】 前記環境状態が大気圧であることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の投影露光装置。

【請求項5】 前記アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量が第1の時点での大気圧及び大気圧変化による前記アライメント光学系の光軸方向の焦点位置の変化率と、前記第2の時点での大気圧とから演算されることを特徴とする請求項4に記載の投影露光装置。

【請求項6】 前記最良焦点位置のずれ量が許容値を越えている場合には、警告を発生することを特徴とする請求項1から5までのいずれか1項に記載の投影露光装置。

【請求項7】 前記調整手段は、前記最良焦点位置のずれ量が許容値を越えている場合には、前記投影光学系の40 最良結像位置と前記合焦系との対応付けを実行することを特徴とする請求項1から6までのいずれか1項に記載の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、投影露光装置、特に、マスク上のパターンをステージ上に載置された基板上に投影する投影光学系と、前記投影光学系から所定距離隔てて配置され、前記基板上のマークを検出するオフアクシス方式のアライメント光学系とを備えた投影露光50

装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の投影露光装置を用いて半導体チップあるいは液晶デバイス等の回路装置を製造する場合、基板上に形成されたアライメントマークをアライメント光学系を介して検出することにより基板を装置に対して位置決め（アライメント）をして投影露光を行なう必要がある。露光波長や検出方法に関する制約をなくするために、アライメント光学系を投影光学系から所定距離隔てたオフアクシスに配置することが提案されている（特開平6-349708参照）。

【0003】 例えば、液晶デバイス（LCD）用投影露光装置におけるオフアクシス方式のアライメント光学系では、基板表面をステージのZ軸方向（投影レンズの光軸方向）の所定の位置に位置決めし、基板上のアライメントマークをアライメントセンサで検出し、アライメントセンサの受光面位置が結像光学系に関して共役になるように、アライメントセンサの受光面位置を調節することによってアライメント光学系を調整（キャリブレーション）している。そして、各投影露光時に行なわれるアライメント時には、基板表面をステージのZ軸方向の所定の位置に位置決めした後、上記のように調整されたアライメント光学系を用いてアライメントマークを検出することによりアライメントを行ない、例えば、基板表面に凹凸がある場合には、その凹凸による基板上のマーク像の光軸方向の結像位置ずれを補正するようアライメントを行なっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来の技術では、アライメントを行なうときの環境状態、例えば大気圧が、アライメントセンサの受光面位置の調整時の大気圧と異なる場合、基板上のアライメントマークの結像位置がアライメントセンサの受光面で光軸方向にずれ、アライメント精度が悪化してしまう、という問題があった。

【0005】 従って、本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、大気圧などの環境状態の変化に関係なく、正確なアライメントを行なうことが可能な投影露光装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記のような課題を解決するために、マスク（R）上のパターンをステージ（17）上に載置された基板（W）上に投影する投影光学系（16）と、前記投影光学系から所定距離隔てて配置され、前記基板上のマークを検出するアライメント光学系（27）とを備えた投影露光装置において、前記アライメント光学系近傍の環境状態を計測する計測手段（23）と；前記アライメント光学系の合焦位置の調整を行なった第1の時点での前記環境状態を記憶する手段（14）と；前記第1の時点での環境状態と前記マ

ークを検出する第2の時点での環境状態から前記アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量を演算する演算手段(14)と;前記アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量に基づいて前記アライメント光学系の最良焦点位置を計測し、該計測結果に基づいて前記アライメント光学系の合焦点位置の調整を行なう調整手段(14)とを有することを特徴としている。

【0007】このような構成では、アライメント時に環境状態が変化しても、その変化状態に従ってアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量が演算され、この演算されたずれ量に基づいてアライメント光学系の最良焦点位置が計測され、それに従ってアライメント光学系の合焦点位置が調整されるので、良好なアライメントを行なうことが可能になる。

【0008】投影露光装置には、更に、前記基板の前記投影光学系の光軸と平行な方向の位置を計測する合焦点が設けられており、前記合焦点位置の調整時には、合焦点とアライメント光学系の最良焦点位置との対応付けが行なわれる。これにより合焦点のキャリブレーションを行なうことが可能になる。

【0009】前記調整手段は、アライメント光学系の最良焦点位置のずれ量が所定の許容値を越えたときに、最良焦点位置の計測を実行する制御手段を有する。これにより演算された最良焦点位置のずれ量が許容値を越えたときに、アライメント光学系の合焦点位置の調整が行なわれる。

【0010】環境状態は、特に大気圧が測定され、アライメント光学系の合焦点位置の調整を行なった第1の時点での大気圧及び大気圧変化によるアライメント光学系の光軸方向の焦点位置の変化率が記憶される。また、実際にアライメントを行なう第2の時点での大気圧が測定され、第1の時点で記憶されている環境パラメータとからアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量が演算される。

【0011】好ましくは、この最良焦点位置のずれ量が許容値を越えている場合には、警告が発生される。また、そのずれ量が許容値を越えている場合には、前記調整手段により投影光学系の最良結像位置と合焦点との対応付けが実行される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に図面に示す実施形態に基づいて本発明を詳細に説明する。

【0013】図1は、本発明の1実施形態に基づくLCD用投影露光装置の概略的な構成を示す図である。図1において、露光用光源(例えば水銀ランプ)1から発せられたg線、h線等のレジストを感光させる波長を持つ照明光IL1は、楕円鏡2で反射されて、照明光学系3を通過し、更にリレーレンズ7、可変視野絞り8、リレーレンズ9を通過してミラー10で反射された後、コンデンサレンズ11を介してレチクル(マスクと同義)R50

のパターンを均一な照度で照明する。

【0014】レチクルRは、モータ15により投影光学系16の光軸方向に微動可能であり、また光軸にほぼ垂直な平面内で2次元的な移動並びに微小回転可能なレチクルステージ12上に配置されている。レチクルステージ12の2次元的な位置は、干渉計13および干渉計からのレーザビームを反射する移動鏡13mにより常時検出される。

【0015】上記のように照明されたレチクルRのパターンは、投影光学系16を介してZステージ17上のレジスト塗布された基板Wに転写される。Zステージ17は、主制御系14により制御されるモータ21を介してXY方向にステップ・アンド・リピート方式で駆動されるXYステージ18により投影光学系の光軸方向に垂直なX軸方向、Y軸方向に移動可能であり、また投影光学系の光軸に平行なZ軸方向の移動が可能である。基板W上の一つのショット領域に対するレチクルRの転写露光が終了すると、基板WはXYステージ18により次のショット位置までステッピングされる。Zステージ17の2次元的な位置は、干渉計20およびこの干渉計からのレーザビームを反射する移動鏡20mにより検出され、主制御系14にフィードバックされて所定の位置に制御される。

【0016】また本装置には、特開昭60-168112号に開示されているような斜入射光方式の焦点検出系42a、42bからなる合焦点により基板表面をZ軸方向の所定の位置に位置決めが可能である。更に、本装置には、結像特性補正部22が設けられ、主制御系14の信号に基づいて投影光学系16の結像特性が補正される。

【0017】更に、本装置には、投影光学系16の外側に配置され(オフアクシスに配置され)、基板の位置決めを行なうアライメント光学系27が設けられている。基板Wのアライメントは、このオフアクシス方式のアライメント光学系で基板Wに形成されているアライメントマークMを検出することによって行われる。アライメント光学系27において、光源28から発せられたレジストに感光しない波長をもつ照明光は、集光レンズ29、光ファイバー30を経て照明光IL2となり、レンズ系31、ハーフプリズム32、対物レンズ33、プリズムミラー26を通して基板WのマークM周辺部を照明する。

【0018】照明されたマークMの像は、プリズムミラー26、対物レンズ33、ハーフプリズム32に戻り、ハーフプリズム32で反射された光が、結像レンズ34を経て指標板35上にマークMの像を結像する。この指標板35には、X方向用とY方向用の指標マークが形成されている。この指標板35は対物レンズ33と結像レンズ34とによって基板Wとほぼ共役に配置される。従って基板W上のマークMの像は指標板35上に結像さ

れ、指標板35からの光がリレーレンズ36、ミラー37、リレーレンズ38及びハーフプリズム39を介してX軸用のCCDセンサ40Xの撮像面に達し、またハーフプリズム39により分割された他方の光がY軸用のCCDセンサ40Yの撮像面に達する。センサ40Xと40Yの撮像面にはそれぞれマークMの像と指標マークの像とが結像される。信号処理回路41は、各CCDセンサの信号を処理してアライメントマークと指標マークのずれ量を検出し、主制御系14に供給する。主制御系14はそのずれ量に基づいてXYステージを制御してX方向並びにY方向のアライメントを行なう。

【0019】また対物レンズ33とハーフプリズムとの間の対物レンズ33の瞳面には、光路中に各種フィルターを入れ替えられるような第1フィルター交換機構50が取り付けられており、この交換機構によって、透明のフィルター及び図2に示すようなP偏光のみ透過する偏光フィルター51a並びにS偏光のみ透過する偏光フィルター51bからなる偏光フィルター51と、P偏光のみ透過する偏光フィルター52a並びにS偏光のみ透過する偏光フィルター52bからなる偏光フィルター52の2つの偏光フィルター51、52を入れ替えることができるようになっている。偏光フィルター51は分割方向がX軸方向に一致し、偏光フィルター52は分割方向がY軸方向に一致している。

【0020】また、各CCDセンサ40Xと40Yの受光面の前には、第2フィルター交換機構43、45が取り付けられており、この交換機構によって、透明のフィルター、P偏光のみを透過する偏光フィルター（不図示）、S偏光のみを透過する偏光フィルター（不図示）を光路に入れ替えて使うことができる。ここでCCD30センサ40X、40Yの各受光面は、対物レンズ33に関して、斜入射光方式の合焦系42a、42bによって所定のZ軸方向の位置に位置合わせされた基板表面位置と共になるように調整される。

【0021】更に、アライメント光学系の近傍には、アライメント光学系近傍の環境状態を測定する環境センサ23が設けられている。この環境センサは本例では大気圧センサとして構成され、これによりアライメント光学系近傍の大気圧が計測され、これが主制御系14に供給される。主制御系は、この計測値並びに大気圧変化によるアライメント光学系の光軸方向の焦点位置の変化率などの環境パラメータを記憶するメモリ並びにこれらの値に基づいてアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量を演算する演算回路を内蔵している。また、主制御系は、演算された最良焦点位置のずれ量に基づいてアライメント光学系の最良焦点位置を計測し、その計測結果に基づいてアライメント光学系の合焦点位置の調整を行う。

【0022】次にこのように構成された装置の動作を説明する。

【0023】まず、所定の大気圧（基準大気圧）のもとで斜入射光方式の焦点検出系42a、42bからなる合焦系により基板Wの表面をZステージ17のZ軸方向の所定位置Z1に位置決めする。次に、この基板上のマークMを検出するCCDセンサ40X、40Yの受光面位置がアライメント光学系27の結像光学系に関して共役になるように、CCDセンサ40X、40Yの受光面位置を調節する。このような調整は、例えば装置の最初の調整時に行なわれ、その時の大気圧p1が環境センサ23により測定され、この大気圧p1及び大気圧変化に対するアライメント光学系の光軸方向の焦点位置の変化率a及び投影光学系16の光軸方向の焦点位置の変化率bが主制御系14のメモリに記憶される。

【0024】上記のように調整された投影露光装置でのアライメントは、焦点検出系42a、42bにより基板表面を所定のZ軸方向の位置Z1に位置合わせて行なわれる。このアライメントが行なわれる環境は、上述したようなCCDセンサの受光面位置を調節したときのものと必ずしも一致する訳ではなく、例えば、大気圧が相違すると、大気の屈折率が変化するため、アライメントマークMの結像位置が光軸方向でずれ、アライメント時のCCDセンサ40X、40Yの受光面は、対物レンズ33に関して、基板表面と共になるなくなる。このため、アライメント精度が悪化する。

【0025】そこで、この大気圧変動による焦点位置のずれを補正するために、実際にアライメントを行なうときの大気圧p2が測定され、その大気圧p2とCCDセンサの受光面位置の調整時に記憶された大気圧p1及び大気圧変化に対するアライメント光学系の焦点位置の変化率aから下記の第1式を用いてCCDセンサ受光面位置の調整時に対するアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量 Δf が算出される。

【0026】（第1式） $\Delta f = a \times (p_2 - p_1)$
ここで、このずれ量 Δf が設計上許容できる量を超えると、アライメント光学系の最良焦点位置が計測され、その計測結果に基づいてアライメント光学系の合焦点位置が調整されて、アライメントが行なわれる。

【0027】まず、X軸方向のアライメントに関して具体的に説明する。そのため、X軸方向の位置を計測するためのアライメントマークの検出が行なわれる。まず、第1フィルター交換機構50で分割方向がX軸方向と一致する偏光フィルター51を光路中に挿入し、第2フィルター交換機構43でP偏光のみを透過する偏光フィルターを光路中に挿入する。この片側テレセンの状態でマークの位置XP1を検出する。次に第2フィルター交換機構43でS偏光のみを透過する偏光フィルターを光路中に挿入し、逆側の片側テレセンの状態でマークの位置XS1を検出する。ここでステージをZ軸方向に Δf だけ移動し、Z軸方向の位置Z2に位置決めする。この時、ステージのピッティング、ローリング及びヨーイン

グ誤差により、光軸に対して、ステージのZ軸方向の走りが傾き θ をもつ場合、 $\cos\theta$ の誤差が発生する。

【0028】このため、基板表面が対物レンズ33に関してCCDセンサ40Xの受光面と共に役になっているか確認するため、P偏光のみの場合のマーク位置XP2とS偏光のみの場合のマーク位置XS2を検出する。この時、ステージのZ軸方向の位置と検出されたマーク位置の関係は図3のようになる。ここで、マーク位置XP1の点とXP2の点を結ぶ直線LNPはP偏光のテレセン傾き θ_P に対応し、マーク位置XS1の点とXS2の点を結ぶ直線LNSはS偏光のテレセン傾き θ_S に対応する。直線LNPと直線LNSの交点に対応する位置Z0が、対物レンズ33に関して基板表面とCCDセンサ40Xの受光面が共役になる位置である。従ってマーク位置XP2とXS2が一致していれば、基板表面が対物レンズに関してCCDセンサの受光面と共に役になっていることを示し、そのZ位置でアライメントを行う。マーク位置XP2とXS2が異なっている場合は、第2式で得られる共役位置からのずれ量 ΔZ だけZステージ17をZ軸方向に移動し、アライメントを行う。

【0029】(第2式) $\Delta Z = Z_0 - Z_2$

このようにすれば、大気圧変化によるアライメントマーク像の結像位置ずれを補正することができ、正確なアライメントを行なうことが可能になる。このとき、基板Wがアライメント系の合焦位置にある状態で、主制御系14は焦点検出系42a、42bの出力により基板Wの高さ位置を(Z方向位置)計測し、アライメント光学系の最良焦点位置からのずれ量を計測する。このずれ量が変化率aを使って演算によって求めたずれ量と異なるときは、演算によって求めたずれ量を計測したずれ量で置きかえる。また、この計測したずれ量に基づいて、変化率aを修正するようにしてもよい。

【0030】一方、Y軸方向のアライメントに対しても、X軸方向のマーク検出と同時にY軸方向の位置を計測するためのアライメントマークが検出される。その場合、第1フィルター交換機構50で分割方向がY軸方向と一致する偏光フィルター52を光路中に挿入し、同様にして対物レンズ33に関して基板表面とCCDセンサ40Yの受光面が共役になるように、Zステージ17をZ軸方向に補正移動し、アライメントを行う。

【0031】上述したような結像位置ずれの補正方法以外に、CCDセンサ受光面の位置調整時に対するアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量 Δf を第1式に従って算出した後、特開昭60-168112号に開示されているような方法で、斜入射光方式の焦点検出位置を Δf だけずらし、そこで再度、焦点検出系によって基板表面を合わせてアライメントを行っても良い。

【0032】また、Zステージを移動させる代りにアライメント光学系の照明光IL2の波長を自由に選択でき

るようにしておき、ずれ量 Δf に相当する波長を選択して、そのずれ量を補正アライメントを行なうようにしてもよい。また、X軸方向用のアライメントマークを使って求めたずれ量 ΔZ と、Y軸方向用のアライメントマークを使って求めたずれ量 ΔZ との平均値をずれ量 ΔZ としてもよい。

【0033】更に、上述した例では、環境状態として大気圧を測定したが、その他にCCDセンサ受光面の位置調整時に対するアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量を発生させる環境変化(温度、他の部品やデバイスの経時変化等)があれば、そのようなパラメータを測定して、結像位置ずれ量を求め、これを補正してアライメントを行なうようにしてもよい。

【0034】また、アライメント光学系の合焦位置の調整時に、斜入射方式の合焦系42a、42bとアライメント光学系の最良焦点位置との対応付けを行ない、合焦系のキャリブレーションを行なうようにすることもできる。

【0035】更に、上記例において、ずれ量 Δf が許容値を越えている場合には、音響あるいは視覚的な警告を発生することもでき、また、ずれ量 Δf が許容値を越えている場合、投影光学系の最良結像位置と合焦系との対応付けを実行することもできる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、アライメント時の環境変化によるアライメント光学系の最良焦点位置のずれ量に基づいてアライメント光学系の最良焦点位置を計測し、その計測結果に基づいてアライメント光学系の合焦位置を調整するようにしているので、例えば大気圧変化などの環境変化があっても、良好なアライメントを行なうことができ、アライメント精度の悪化を防ぐことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる投影露光装置の1実施形態の概略構成を示す構成図である。

【図2】P偏光のみ透過するフィルターとS偏光のみ透過するフィルターからなる偏光フィルターの構成を示す概略図である。

【図3】ステージのZ軸上の位置に対するアライメントマーク検出位置の関係を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 光源
- 14 主制御系
- 16 投影光学系
- 17 Zステージ
- 18 XYステージ
- 23 環境センサ
- 27 アライメント光学系
- 43、45、50 フィルター交換機構
- 40X、40Y CCDセンサ

51、52 偏光フィルター

【図1】

